Formális módszerek (VIMIMA07)	**2019/2020. tanév II. félév**					2020. 05. 28.
PZH2 Második zárthelyi pótlása	1.	2.	3.	4.	5.	Σ
Minden feladatot külön oldalon kezdjen! Minden oldalra írja fel a Neptun-kódját!	5 pont	6 pont	8 pont	8 pont	8 pont	35 pont

1. Szoftver modellellenőrzés absztrakcióval

2+1+2 pont

Jobbra látható egy programrészlet.

```
        x : int
0:      if (x > 0) {
1:          x := x-1;
        }
2:      assert(x<0);
```

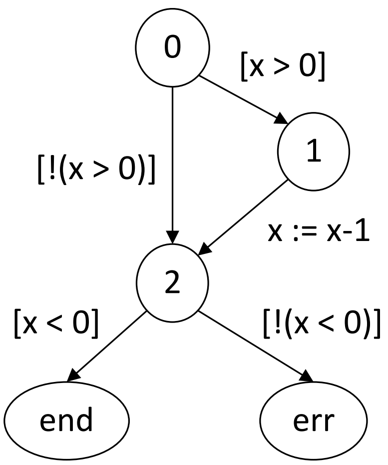
a) Rajzolja le a programrészlethez tartozó *Control Flow Automaton* (CFA) modellt! A vezérlési helyeket a programsorokhoz írt sorszámokkal (0, 1, 2) azonosítsa. Az assertion megsértése esetére vegyen fel egy *err* címkéjű, a jó végállapothoz pedig egy *end* címkéjű vezérlési helyet.

b) A CFA modellellenőrzésére vezérlési hely és predikátum absztrakciót alkalmazunk, ez utóbbihoz egyetlen *(x==0)* predikátumot használunk. Mik lehetnek az absztrakt állapottérben a kezdőállapotok *(vezérlési hely, predikátumérték)* alakban megadva, ha a program indulásakor az *x* egész értékű változó tetszőleges lehet?

c) Hamis útvonalnak tekinthető-e az *err* vezérlési hely eléréséhez az absztrakt állapottérben lévő *(0, false)* → *(2, false)* → *(err, false)* útvonal? Válaszát indokolja!

Megoldás:

a) A CFA modell:



b) (0, false) és (0, true)

c) Az útvonal hamis, mivel:

(0, false) → *(2, false)* átmenet feltétele x≤0 és a predikátum miatt x!= 0, így eredően x<0.

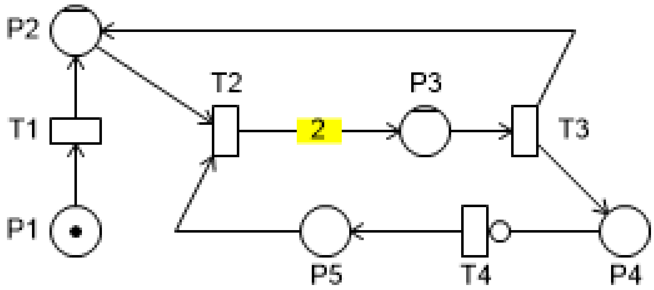
(2, false) → *(err, false)* átmenet feltétele x≥0 és a predikátum miatt x!= 0, így eredően x>0, ami ellentétben áll az előző átmenet eredő feltételével.

2. Petri-háló állapotterének felvétele

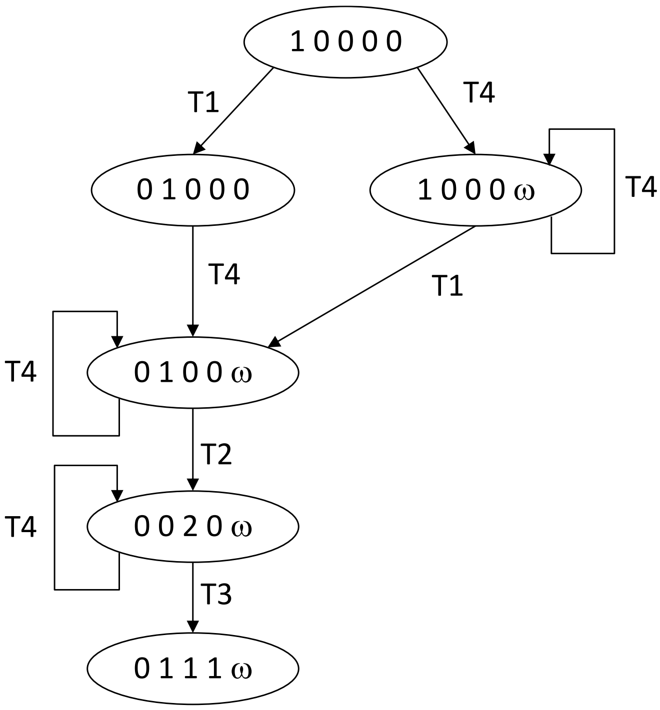
6 pont

Adott az alábbi Petri-háló, amelyben a *P2* és *P3* helyek kapacitáskorlátosak: *K(P2) = 1* és *K(P3)* = 2. Az összes további hely végtelen kapacitású. Az élekre írt számok az élsúlyokat jelölik.

Készítse el a Petri-háló *fedési gráfját*! Címkézze fel a fedési gráfban az egyes éleket a tüzelő tranzícióval!



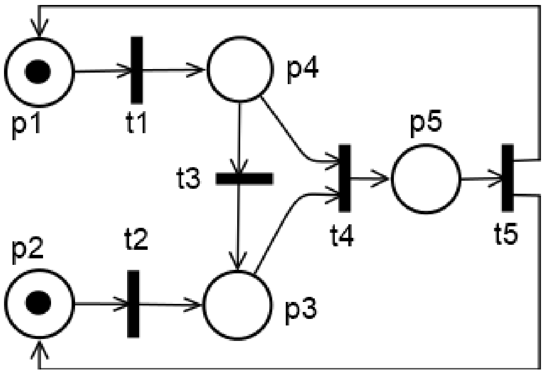
Megoldás:



3. Petri-hálók strukturális tulajdonságai

4*2 pont

Adott az ábrán látható Petri-háló.



a) Írja fel a Petri-háló súlyozott szomszédossági mátrixát!

b) Vizsgálja meg, hogy a Petri-hálónak P-invariánsa-e a következő (válaszát indokolja): **$(0,2,2,0,2)^T$**

c) Vizsgálja meg, hogy a Petri-hálónak T-invariánsa-e a következő (válaszát indokolja): **$(1,1,0,1,1)^T$**

d) Igaz-e a fenti Petri-hálóra az adott kezdőállapot mellett a következő CTL kifejezés, ahol *m(pi)* a *pi* (i=1, 2, …, 5) hely jelölését jelenti? Válaszát indokolja!

AG(m(p1) + m(p2) + m(p3) + m(p4) + 2*m(p5)=2)

Megoldás:

a) A súlyozott szomszédossági mátrix (sorokban a tranzíciók, oszlopokban a helyek):

$$\boldsymbol{W} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

b) Ellenőrzés: $\boldsymbol{W} * (\mathbf{0}, \mathbf{2}, \mathbf{2}, \mathbf{0}, \mathbf{2})^{\boldsymbol{T}} = (\mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{2}, \mathbf{0}, \mathbf{0})$

Az eredmény nem $\underline{\mathbf{0}}$, ezért a megadott vektor a hálónak nem P-invariánsa.

c) Ellenőrzés: $\boldsymbol{W}^{\boldsymbol{T}} * (\mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{0}, \mathbf{1}, \mathbf{1})^{\boldsymbol{T}} = (\mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0})$

Az eredmény $\underline{\mathbf{0}}$, ezért a megadott vektor a háló T-invariánsa.

d) Igaz.

A kezdőállapotban a tokenek CTL kifejezésben szereplő súlyozott összege

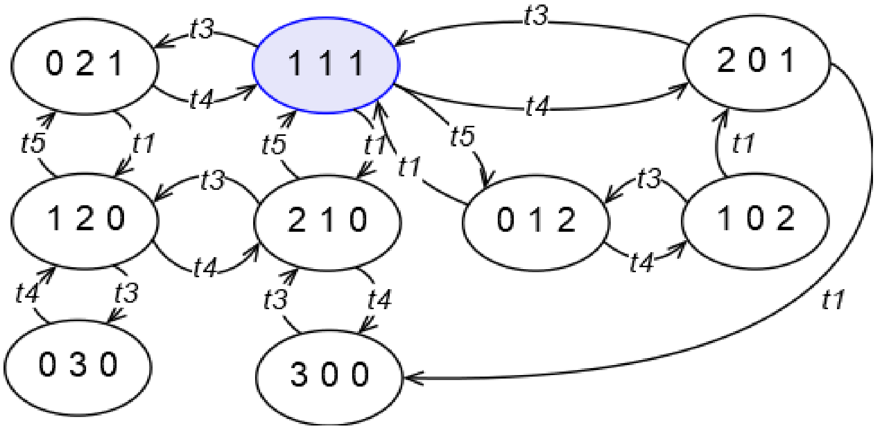
$(\mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}) * (\mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{2})^{\boldsymbol{T}} = \mathbf{2}.$

Továbbá $\boldsymbol{W} * (\mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{1}, \mathbf{2})^{\boldsymbol{T}} = (\mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0}, \mathbf{0})$, azaz a CTL kifejezésben szereplő súlyvektor a háló P-invariánsa. Ebből következik, hogy a súlyozott tokenösszeg értéke nem változik meg a kezdeti 2-ről.

4. Petri-háló dinamikus tulajdonságai 8*1 pont

Az alábbi ábra egy Petri-háló állapotterét mutatja be elérhetőségi gráf alakban. A hálóban 5 tranzíció található, amelyeket *t1*, ..., *t5* címkékkel jelölünk. Az állapotokat a tokeneloszlás-vektorral címkéztük meg, tehát (0 1 2) jelentése: m(*p1*) = 0, m(*p2*) = 1 és m(*p3*) = 2. A kezdőállapot a sötét hátterű (1 1 1) csomópont.

Vizsgálja meg az ábrát, és az alapján adja meg, hogy a tulajdonság igaz (I), hamis (H), vagy az elérhetőségi gráf alapján nem dönthető el (ND)! Indoklás itt nem szükséges.



(a) A háló nem perzisztens
(b) A kezdőállapot erősen fedhető
(c) A *t3* tranzíció L3-élő
(d) A *t2* tranzíció L0-élő
(e) A háló nem megfordítható
(f) A hálónak nincs visszatérő állapota
(g) A háló nem holtpontmentes
(h) A háló korlátos

Megoldás:

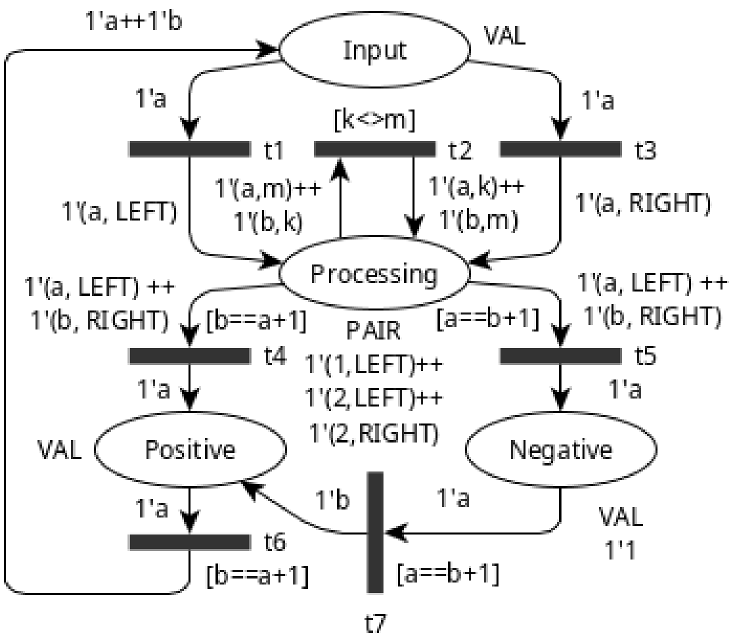
(a) A háló nem perzisztens: I, ld. (1 2 0)
(b) A kezdőállapot erősen fedhető: H
(c) A *t3* tranzíció L3-élő: I
(d) A *t2* tranzíció L0-élő: I
(e) A háló nem megfordítható: H
(f) A hálónak nincs visszatérő állapota: H
(g) A háló nem holtpontmentes: H
(h) A háló korlátos: I

5. Színezett Petri-hálók

3+3+2 pont

Adott az ábrán látható színezett Petri-háló modell (a helyek típusai csak nagybetűsek, az aktuális jelölések a helyek típusai alá vannak írva, az őrfeltételek szögletes zárójelek között szerepelnek), valamint a hozzá tartozó definíciós mező:

```
colset VAL = int;
colset SIDE = with LEFT | RIGHT;
colset PAIR = product VAL * SIDE;
var a, b: VAL;
var k, m: SIDE;
```



Válaszoljon a következő kérdésekre:

a) Mely tranzíciók és milyen lekötéssel engedélyezettek a háló adott állapotában?

b) Adja meg, hogy az a) pont szerinti lehetséges tüzelések után mik lesznek a háló következő jelölései!

c) Elérhető-e a hálóban ciklikus működés (ciklikus tüzelési szekvencia)? Válaszát indokolja!

Megoldás:

a) Engedélyezett tranzíció lekötéssel:	**b) A tüzelés után a háló következő jelölése:**			
	Input	**Processing**	**Positive**	**Negative**
t2 (a=1, m=LEFT, b=2, k=RIGHT)		1’(1,RIGHT)++2’(2,LEFT)		1’1
t2 (a=2, m=RIGHT, b=1, k=LEFT)		1’(1,RIGHT)++2’(2,LEFT)		1’1
t2 (a=2, m=LEFT, b=2, k=RIGHT)		1’(1,LEFT)++1’(2,LEFT)++1’(2,RIGHT)		1’1
t2 (a=2, m=RIGHT, b=2, k=LEFT)		1’(1,LEFT)++1’(2,LEFT)++1’(2,RIGHT)		1’1
t4 (a=1, b=2)		1’(2,LEFT)	1’1	1’1
t7 (a=1, b=0)		1’(1,LEFT)++1’(2,LEFT)++1’(2,RIGHT)	1’0	

c) Igen, pl. t2 (a=1, m=LEFT, b=2, k=RIGHT) → t2 (a=1, m=RIGHT, b=2, k=LEFT) →
t2 (a=1, m=LEFT, b=2, k=RIGHT) → t2 (a=1, m=RIGHT, b=2, k=LEFT) → …